



SYSTEME POUR L'ETUDE DE LA PROTECTION CATHODIQUE



DL MK1

La protection cathodique est une technique de contrôle de la corrosion d'une surface métallique en la faisant fonctionner en tant que cathode d'une cellule électrochimique. Ceci est réalisé par mise en contact avec le métal à protéger d'un autre métal qui se corrode plus facilement à agir comme anode de la cellule électrochimique. Les systèmes de protection cathodique sont les plus couramment utilisés pour protéger pipelines pour le transport d'eau ou de carburant, réservoirs de stockage, piles jetée en acier, navires, plates-formes pétrolières offshore et on shore et tubages de puits.
L'étude théorique qui précède les expériences à entreprendre sur le banc est rapporté dans le manuel, élément essentiel du banc. Dans ce manuel, il est facile d'expliquer le contexte et d'ailleurs l'objectif de l'expérience.
Le banc offre des installations pour étudier le cas des systèmes isolés, ainsi que le cas de systèmes où les différents métaux sont couplés entre eux. Une attention particulière est accordée à la présence ou non de plusieurs types de matériaux isolants sur les surfaces des échantillons, afin de démontrer le comportement différent de la même matière revêtue ou nue.
Le banc offre des dispositifs appropriés pour mettre en évidence le concept de potentiel de corrosion libre, mesuré à l'aide d'électrodes de référence et des moyens aptes à construire avec une certaine précision les courbes de polarisation.
Techniques de protection sont représentées, comme des systèmes par anodes sacrificielles de plusieurs types de métaux ou comme systèmes de protection cathodique par courant imposé, avec la possibilité de voir quelle est l'explication de l'utilisation d'alimentateurs à tension constante, à courant constant et à potentiel constant.
Le banc est équipé d'installations de mesure caractérisées par une sensibilité et une précision appropriées, afin d'introduire ce qui doit être la base des tests de laboratoire à exécuter, à reconnaître ce qui est la manière correcte afin de déterminer le comportement d'un métal en contact avec l'électrolyte dans différentes conditions de température (bain thermostatique) et avec concentration élevée en oxygène (pompe pour insufflations d'air).
Une interface multi-canal appropriée peut connecter le banc à un PC afin d'enregistrer les résultats de l'expérimentation et de donner la trace pour autres études.



LISTE DES EXPERIENCES

La liste suivante présente les expériences proposées et correspond à la structure du manuel. Le manuel est un document adressé à l'enseignant afin de préparer la leçon et signale la bibliographie et des liens pour d'autres investigations sur l'argument.

1) L'utilisation du voltmètre

L'instrument le plus important dans le domaine de la protection cathodique est le voltmètre; généralement, le type numérique est le plus commun. En raison de la grande impédance, il permet de mesurer des tensions (les potentiels) dues à des sources avec impédance interne très élevée.

Les mesures suivent l'introduction aux mesures électriques et à la loi d'Ohm qui régule le passage du courant dans le premier ainsi que dans le deuxième type de conducteurs (métaux et électrolytes).

2) La mesure de la différence de potentiel d'un échantillon dans un électrolyte

Cette expérience introduit le sujet de la protection cathodique. L'objectif de la discipline consiste à modifier le potentiel (par rapport à la cellule de référence) de la structure à protéger par le ralentissement de la tendance naturelle du métal à passer en solution.

Cette expérience met l'accent sur l'approche électrochimique des phénomènes de corrosion.

3) La cellule de référence

Cette expérience met en relation l'utilisation pratique des trois types de cellules de référence les plus courantes dans la discipline que sont la cellule de référence Cu / CuSO4, la cellule de référence Ag / AgCl et la cellule de référence Zinc.

4) La cellule Daniel

Dans la cellule de Daniel, des électrodes de cuivre et de zinc sont immergés dans une solution de sulfate de cuivre (II) et de sulfate de zinc, respectivement. A l'anode, le zinc est oxydé par la demi-réaction suivante: Zn(s)   Zn2+(aq) + 2e-. À la cathode, le cuivre est réduit par la réaction suivante: Cu2+(aq) + 2e-   Cu(s).

Dans la cellule Daniel qui, en raison de sa simplicité, est souvent utilisée pour des démonstrations, des électrons qui sont "tirés" du zinc voyagent à travers le fil, fournissant un courant électrique qui illumine l'ampoule. Dans une telle cellule, les ions de sulfate jouent un rôle important. Ayant une charge négative, ces anions se mettent en place autour de l'anode pour maintenir une charge neutre.

Inversement, à la cathode les cations de cuivre (II) s'accumulent pour maintenir cette charge neutre. Ces deux procédés provoquent le cuivre solide à s'accumuler à la cathode et l'électrode de zinc à "dissoudre" dans la solution.

5) Les conducteurs de première et seconde espèce

En utilisant un simple circuit, il est possible, de montrer l'équivalence entre les électrolytes et les conducteurs communs, ainsi que le passage du courant électrique.

6) Introduction aux critères de protection cathodique

En utilisant la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application des critères de la NACE qui confirment la situation de protection cathodique d'une structure.

7) Introduction aux anodes sacrificiels en Zn, Mg, et Al

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application de l'anode sacrificiel à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, l'autre dans le régime de corrosion libre.

8) Introduction au système de Protection Cathodique par Courant Imposé

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, obtenu par anodes sacrificiels, l'autre contrôlé avec le système par courant imposé.

9) L'anode à courant imposé consommable (Fe)

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps l'effet de la consommation de l'anode par son passage en solution.

10) L'anode inerte imposé (Fe-Si)

Pas tous les matériaux anodiques passent en solution, on peut le voir en utilisant l'anode Fe-Si.



11) Concept de résistance, circuit pour les conducteurs de première et deuxième espèces

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire le passage de courant dans le bain et dans cette façon de démontrer la validité de la loi d'Ohm dans le domaine de la protection cathodique.
La loi d'Ohm s'applique aux circuits électriques, il indique que le courant à travers un conducteur entre deux points est directement proportionnel à la différence de potentiel (chute de tension ou tension aux bornes des deux points) et inversement proportionnel à la résistance entre eux.
L'équation mathématique qui décrit cette relation est: $I = V/R$
Où I est le courant en ampères, V est la différence de potentiel en volts et R est un paramètre du circuit appelé résistance (mesurée en ohms, également équivalente à volts par ampère). La différence de potentiel est également connu que la chute de tension, et il est parfois notée U, E ou fem (force électromotrice) au lieu de V.

12) Introduction à la notion de résistance spécifique sur trois conducteurs différents de première espèce (Fe; Cu; Fe-Ni)

Pour conduire l'élève à la notion de résistivité, une expérience peut être exécutée en utilisant trois échantillons géométriquement identiques de différents matériaux afin d'identifier le concept de résistance spécifique qui "in fieri" est le concept de résistivité ou inversement de conductivité.

13) Introduction à la notion d'interférences dues à la présence de champs électriques externes sur les structures enterrées ou immergées (Stray Currents)

L'expérience reproduit l'effet d'un champ électrique externe sur une structure immergée avec formation de zones séparées anodiques et cathodiques sur la surface de l'échantillon. C'est l'introduction de la notion d'interférence en raison de la présence d'un champ électrique externe et interférant sur des structures enterrées ou immergées (Stray Currents).

14) Influence sur la résistivité de la présence d'air (insufflate air effect)

Cette expérience explique et montre la variation de la résistivité à l'augmentation de la présence d'air dissous dans l'électrolyte.

15) Introduction à la densité de courant et construction des courbes de Tafel

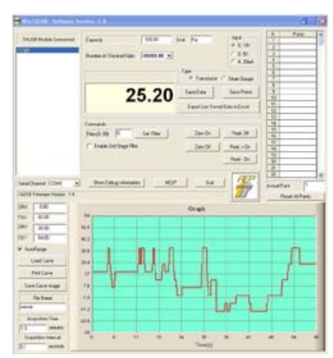
Le concept de densité de courant est, comme la différence de potentiel, le concept principal dans la discipline de la protection cathodique et cette expérience permet de comprendre que, avec ce concept, il est possible de prédire la quantité de courant nécessaire pour obtenir le régime de protection cathodique sur une surface connue d'une structure immergée dans l'électrolyte
En utilisant l'interface multi canal, il est possible d'enregistrer le changement des valeurs avec le temps, puis construire les courbes de polarisation.

16) Effet de la température sur la densité de courant (cellule thermostatique)

Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de la température et introduit le concept d'activité chimique.

17) Influence de la présence d'air sur la densité de courant (insufflate air effect)

Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de l'augmentation d'oxygène dissous.



18) Revêtement et densité de courant

L'utilisation d'échantillons revêtus permet de démontrer l'effet des revêtements sur les structures immergées ou enterrées et donne l'amplitude de l'effet en expliquant que la synergie entre la protection cathodique et le revêtement des surfaces à protéger réduit la densité de courant.





LIST OF MATERIALS

Le banc proposée peut être livré prêt à être utilisé et pourvu des matériaux ci-après énumérés.

- Banc avec roulettes avec une console électrique pour se connecter au réseau d'alimentation et étagères pour contenir le matériel ci-après énuméré. Fourni avec surface imperméable à l'eau.
- 3 jeux de lunettes de sécurité et gants.
- Voltmètre numérique.
- Interface PC pour la mesure et l'enregistrement de 5 différents canaux.
- Voltmètre numérique en console.
- 2 ampèremètres numériques en console.
- 2 cellules de référence Cu/CuSO4.
- 2 cellules de référence Ag/AgCl.
- 2 cellules de référence Zn.
- 10 électrodes de cuivre, 30 x 140 mm., épaisseur 2 mm.
- 10 électrodes en acier au carbone (nu).
- 4 bassins transparents pour construire le bain de test électrolytique.
- Simple circuit avec une résistance à glissement et une lampe munie de bornes pour l'insertion dans le circuit électrique de la cellule électrolytique.
- 20 électrodes de Zinc 8 mm., longueur 140 mm.
- 20 électrodes de Magnésium 25 mm., longueur 140 mm,
- 20 électrodes de Aluminium 25 mm, longueur 140 mm,
- 4 alimentateurs CC (munis chacun de tension constante, courant constant, potentiel constant). Les instruments sont sur la console devant le banc.
- 4 anodes de Fe-Si (anode net 50mm x 140mm)
- Barre de Cu, 1mm., longueur 0.5 m.
- Barre de Fe, 1mm., longueur 0.5 m.
- Barre de Fe-Ni, 1mm., longueur 0.5 m.
- Cellule de résistivité du fluide.
- Résistance étanche avec dispositif thermostatique.
- Pompe à air avec pulvérisateur.
- 10 électrodes en acier au carbone (entièrement revêtus d'un composé époxy)
- 10 électrodes en acier au carbone (partiellement revêtus d'un composé époxy)
- 10 différents réactifs dans des bidons en plastique (0,25 kg / pièce) avec fiche technique comme exigé de la CE.
- Jeu de fusibles de rechange.
- Jeu de cordons de raccordement (20 pièces).
- Logiciel pour acquisition de données
- Manuel d’utilisation et des expériences.